

PIEZOELECTRIC RESONANCE ELEMENT AND ELECTRONIC APPLIANCE

Patent Number: JP2001168674
Publication date: 2001-06-22
Inventor(s): KITAMURA HIDEKAZU; INOUE KAZUHIRO; TAKEUCHI MASAKI
Applicant(s): MURATA MFG CO LTD
Requested Patent: ☐ JP2001168674
Application Number: JP19990350585 19991209
Priority Number(s):
IPC Classification: H03H9/17
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a piezoelectric thin film resonator which is stable in the temperature characteristic of a resonance frequency and is also excellent in anti-resonance characteristic.

SOLUTION: A quartz substrate 22 is etched from the side of a rear surface to form a cavity 24 on the rear surface of the substrate 22 and a thin film supporting part 23 consisting of a part of the substrate 22 is formed on its upper surface. A piezoelectric element part 27 consisting of a piezoelectric thin film 25 consisting of PZT, an exciting electrode 26a on the lower surface of the film 25 and an exciting electrode 26b on the upper surface of the film 25 is formed on the upper surface of the part 23.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2001-168674
(P 2001-168674 A)
(43) 公開日 平成13年6月22日 (2001. 6. 22)

(51) Int. Cl. 7

識別記号

H 0 3 H 9/17

F I

H 0 3 H 9/17

テーマコード* (参考)

F 5J108

審査請求 未請求 請求項の数 5

O L

(全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平11-350585

(22) 出願日 平成11年12月9日 (1999. 12. 9)

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 北村 英一

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

(72) 発明者 井上 和裕

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

(74) 代理人 100094019

弁理士 中野 雅房

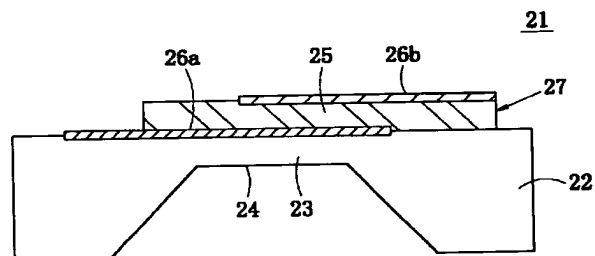
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧電共振子及び電子機器

(57) 【要約】

【課題】 共振周波数の温度特性が安定で、かつ反共振特性も良好な圧電薄膜共振子を提供することにある。

【解決手段】 水晶基板 22 を裏面側からエッチングすることによって水晶基板 22 の裏面に空洞 24 を形成し、その上面に水晶基板 22 の一部からなる薄膜支持部 23 を形成する。薄膜支持部 23 の上面には、P Z T からなる圧電薄膜 25 と圧電薄膜 25 下面の励振用電極 26 a と圧電薄膜 25 上面の励振用電極 26 b とからなる圧電素子部 27 を形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 絶縁材料もしくは圧電材料からなる基板の一部を裏面側からエッチングすることによって該基板の表面の一部に薄膜部分を形成し、該薄膜部分の上に 1 層もしくは複数層の圧電体層と電極とからなる圧電素子部を設けた圧電共振子であって、前記圧電体層のうち少なくとも 1 層における弾性定数の温度係数の正負符号が、前記薄膜部分における弾性定数の温度係数の正負符号と異なっていることを特徴とする圧電共振子。

【請求項 2】 前記基板は、水晶、 LiNbO_3 、 LiTaO_3 、 PbTiO_3 、PZT のうちいずれかを主成分とするものであることを特徴とする、請求項 1 に記載の圧電共振子。

【請求項 3】 弾性定数の温度係数が負である圧電体層は、 ZnO 、 LiNbO_3 、 LiTaO_3 、 $\text{PbZr}_x\text{Ti}_{(1-x)}\text{O}_3$ [$0 \leq x \leq 0.52$] のいずれかの圧電材料を主成分として構成されていることを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の圧電共振子。

【請求項 4】 弾性定数の温度係数が正である圧電体層は、 AlN 、 $\text{PbZr}_x\text{Ti}_{(1-x)}\text{O}_3$ [$0.54 \leq x \leq 1$] を主成分として構成されていることを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の圧電共振子。

【請求項 5】 請求項 1 ないし請求項 4 のいずれかに記載の圧電共振子を用いて構成したことを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は圧電共振子及び電子機器に関し、特に、圧電体層の弾性振動を利用した圧電共振子と当該圧電共振子を利用した電子機器に関する。

【0002】

【従来の技術】 圧電基板の厚み振動を利用した圧電薄膜共振子の共振周波数は、圧電基板の厚さに反比例し、超高周波領域では圧電基板を極めて薄く加工する必要がある。しかし、圧電基板自体の厚さを薄くするのは、その機械的強度や取り扱い上の制限などから、基本モードでは数 100MHz が実用上の高周波限界とされてきた。このような問題を解決するため、従来より圧電薄膜共振子が提案されており、フィルタや共振器として提案されている。

【0003】 図 1 は高周波特性を伸ばせるようにした圧電薄膜共振子 1 を示す断面図であって、微細加工法を用いて Si 基板 2 を部分的にエッチングすることにより、Si 基板 2 の一部に数 μm 以下の厚さの薄膜支持部 3 を形成し、その上に一対の励振用電極 5a、5b を有する ZnO 圧電薄膜 4 を設けたものである。

【0004】 また、図 2 に示す圧電薄膜共振子 6 では、Si 基板 2 の表面に熱酸化等によって SiO_2 薄膜 7 を形成し、Si 基板 2 を部分的にエッチングすることによ

って SiO_2 薄膜 7 で薄膜支持部 3 を形成し、その上に励振用電極 5a、5b を両面に有する ZnO 圧電薄膜 4 を設けている。

【0005】 図 1 及び図 2 のような圧電薄膜共振子 1、6 では、薄膜支持部 3 は微細加工技術を用いて薄くすることができ、圧電薄膜 4 もスパッタリング等によって薄く形成することができるので、数 100MHz ～ 数 1000MHz まで高周波特性を延ばすことができる可能性がある。

10 【0006】 また、ZnO の弾性定数の温度係数 (TCF) は約 $-70\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 、Si の弾性定数の温度係数は約 $-30\text{ppm}/^\circ\text{C}$ であって、ZnO と Si では弾性定数の温度係数がいずれも負の値をもつので、ZnO からなる圧電薄膜 4 と Si からなる薄膜支持部 3 との組み合わせを有する図 1 の圧電薄膜共振子 1 では、基本モードにおける共振周波数の温度特性が悪くなる恐れがある。これに対し、ZnO の弾性定数の温度係数は約 $-70\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 、 SiO_2 の弾性定数の温度係数は約 $+100\text{ppm}/^\circ\text{C}$ であって、ZnO と SiO_2 では弾性定数の温度係数の符号が異なるので、図 2 の圧電薄膜共振子では、ZnO からなる圧電薄膜 4 の膜厚と SiO_2 からなる薄膜支持部 3 の膜厚との比をある適当な値 (概略で、2 : 1) に設定することにより、基本モードにおける共振周波数の温度係数を小さくし、共振周波数の温度特性を安定にすることができる (特開昭 58-121817 号公報)。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、図 1 のような構造の圧電薄膜共振子では、半導体である Si 基板を用いているため、励振用電極と Si 基板との間の浮遊容量及び Si 基板自体を経由して励振用電極間で高周波信号の漏れが発生し、高い反共振特性が得られないという問題があった。

【0008】 また、図 2 のような構造の圧電薄膜共振子でも、半導体であるシリコン基板を用いているので、励振用電極とシリコン基板との間の浮遊容量、Si 基板及び Si 基板と励振用電極との間の浮遊容量を経由して励振用電極間で高周波信号の漏れが発生し、高い反共振特性が得られないという問題があった。

40 【0009】 本発明は上述の技術的問題点を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、共振周波数の温度特性が安定で、かつ反共振特性も良好な圧電薄膜による圧電共振子及び電子機器を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段とその作用】 本発明にかかる圧電共振子は、絶縁材料もしくは圧電材料からなる基板の一部を裏面側からエッチングすることによって該基板の表面の一部に薄膜部分を形成し、該薄膜部分の上に 1 層もしくは複数層の圧電体層と電極とからなる圧電素

あける。ついで、図4(b)に示すように、フォトレジスト28の上から電極用金属30を蒸着やスパッタ等によって堆積させた後、フォトレジスト28を剥離させることにより、図4(c)に示すように、リフトオフ法で下層の励振用電極26aを形成する。

【0019】この後、図4（d）に示すように水晶基板22の上にメタルマスク31を用いてスパッタによりPZTパターンを水晶基板22の上に堆積させ、図5（e）に示すように圧電薄膜25を形成する。

【0020】つづけて、圧電薄膜25の上から水晶基板22の表面にフォトレジスト32を塗布し、フォトリソグラフィによりフォトレジスト32をパターニングして上層の励振用電極パターンの開口33をあける。ついで、図5(f)に示すように、フォトレジスト32の上から電極用金属34を蒸着やスパッタ等によって堆積させた後、フォトレジスト32を剥離させることにより、図5(g)に示すように、リフトオフ法で上層の励振用電極26bを形成する。

【0021】この後、マスクを用いてウェットエッチングあるいはリアクティブ・イオンエッチング（RIE）により水晶基板 22 を裏面側から部分的にエッチングすることにより、図 5（h）に示すように水晶基板 22 の裏面に凹部 24 を形成し、その表面側に圧電薄膜 25 を形成する。

【0022】このような構造の圧電薄膜共振子21においては、圧電薄膜25であるPZTの弾性定数の温度係数が負であるのに対し、薄膜支持部23である水晶の弾性定数の温度係数は正であるので、圧電薄膜25の膜厚と薄膜支持部23の膜厚を適当に設定すれば、圧電薄膜共振子21の温度係数をほぼゼロにすることができる。

【0023】また、上記のように下面側からエッチングすることによって薄膜支持部23を形成しているのので、孔をあけた基板の上に同じ材質の薄板を接合させ、研磨する方法などに比較すると、容易に薄膜支持部を得ることができる。

【0024】さらに、基板22が圧電体（絶縁体）である水晶によって形成されており、水晶の比抵抗は約 $10^{16} \Omega \cdot \text{cm}$ とシリコンの比抵抗が約 $10^3 \Omega \cdot \text{cm}$ であるのに対して非常に値が大きいため、両励振用電極26a、26b間を電氣的に確実に絶縁することができ、両励振用電極26a、26b間における高周波信号の漏れを防止でき、圧電薄膜共振子21の反共振特性を良好にでき、反共振点における特性曲線を鋭くできる。

【0025】なお、ここでは水晶基板に対して圧電薄膜としてPZTを用いたが、PZTに代えてLiNbO₃、LiTaO₃、PbTiO₃等の圧電体を用いてもよい。

【0026】（第2の実施形態）図6は本発明の第2の実施形態による圧電薄膜共振器41の構造を示す断面図である。この圧電薄膜共振器41にあっては、LiNb

○₃ からなる基板 42 を裏面側からエッチングすることによって基板 42 の裏面に空洞 44 を形成し、その上面に基板 42 の一部からなる薄膜支持部 43 を形成している。薄膜支持部 43 の上面には、AlN からなる圧電薄膜 45 と圧電薄膜 45 下面の励振用電極 46a と圧電薄膜 45 上面の励振用電極 46b とからなる圧電素子部 47 が形成されている。

【0027】このような構造の圧電薄膜共振子 41 にあっても下面側から基板 42 をエッチングすることによって薄膜支持部 43 を形成しているの、薄膜支持部 43 を容易に得ることができる。

【0028】また、圧電薄膜 45 である AlN の弾性定数の温度係数が正であるのに対し、薄膜支持部 43 である LiNbO₃ の弾性定数の温度係数は負であるので、圧電薄膜 45 の膜厚と薄膜支持部 43 の膜厚を適当に設定すれば、圧電薄膜共振子 41 の温度係数をほぼゼロにすることができる。

【0029】さらに、基板が圧電体（絶縁体）である LiNbO₃ によって形成されているので、両励振用電極 46a、46b 間を電気的に確実に絶縁することができ、両励振用電極 46a、46b 間における高周波信号の漏れを防止でき、圧電薄膜共振子 41 の反共振特性を良好にでき、反共振点における特性曲線を鋭くできる。

【0030】なお、ここでは基板として LiNbO₃ を用いたが、代わりに LiTaO₃、PbTiO₃ 等の圧電体を用いてもよい。また、比抵抗が約 $10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上の絶縁体を基板として用いてもよい。

【0031】（第 3 の実施形態）図 7 は本発明の第 3 の実施形態による圧電薄膜共振子 51 の構造を示す断面図である。この圧電薄膜共振子 51 にあっては、水晶基板 52 を裏面側からエッチングすることによって水晶基板 52 の裏面に空洞 54 を形成し、その上面に基板 52 の一部からなる薄膜支持部 53 を形成している。薄膜支持部 53 の上面には、ZnO からなる複数層の圧電薄膜 55 と励振用電極 56a、56b とが交互に積層され、各励振用電極 56a どうしを接続し、各励振用電極 56b どうしも接続して圧電素子部 57 が形成されている。

【0032】このような構造の圧電薄膜共振子 51 にあっても第 1 及び第 2 の実施形態と同様な作用効果を奏するが、さらに、圧電薄膜 55 が複数層に形成されているので、共振レスポンスをさらに高くすることができる。

【0033】なお、この実施形態でも基板材料や圧電薄膜材料は、上記実施形態で用いた材料の組み合わせを用いることもできる。

【0034】（第 4 の実施形態）図 8 は本発明の第 4 の実施形態による圧電薄膜共振子 61 の構造を示す断面図

である。この圧電薄膜共振子 61 にあっては、水晶基板 62 を裏面側からエッチングすることによって水晶基板 62 の裏面に空洞 64 を形成し、その上面に基板 62 の一部からなる薄膜支持部 63 を形成している。薄膜支持部 63 の上面には、下層の励振用電極 67a、ZnO からなる圧電薄膜 65、AlN からなる圧電薄膜励振用電極 66、上層の励振用電極 67b とが積層されて圧電素子部 68 が形成されている。

【0035】このような構造の圧電薄膜共振子 61 にあっても第 1 及び第 2 の実施形態と同様な作用効果を奏する。また、この実施形態は、複数材質の圧電薄膜 65、66 を積層した点を特徴としており、ZnO の弾性定数の温度係数は負、AlN の弾性定数の温度係数は正、水晶の弾性定数の温度係数が正であるので、圧電薄膜共振子 61 の共振周波数の温度係数をゼロにするためのパラメータが増加して設計が容易になる。

【0036】なお、この実施形態でも上記圧電薄膜材料と異なる材料で各圧電薄膜を形成してもよく、上記基板材料と異なる材料の基板を用いてもよい。

【図面の簡単な説明】

【図 1】従来の圧電薄膜共振子の構造を示す断面図である。

【図 2】弾性定数の温度特性を改善した従来の別な圧電薄膜共振子の構造を示す断面図である。

【図 3】本発明の第 1 の実施形態による圧電薄膜共振子の構造を示す断面図である。

【図 4】（a）～（d）は同上の圧電薄膜共振子の製造工程を説明する概略図である。

【図 5】（e）～（h）は、図 4（a）～（d）の続図である。

【図 6】本発明の第 2 の実施形態による圧電薄膜共振子の構造を示す断面図である。

【図 7】本発明の第 3 の実施形態による圧電薄膜共振子の構造を示す断面図である。

【図 8】本発明の第 4 の実施形態による圧電薄膜共振子の構造を示す断面図である。

【符号の説明】

21、41 圧電薄膜共振子

22 水晶基板

42 LiNbO₃ 基板

23、43 薄膜支持部

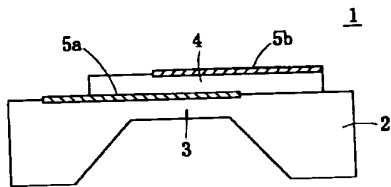
25 PZT 圧電薄膜

45 AlN 圧電薄膜

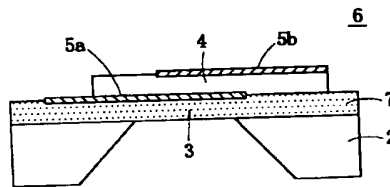
26a、26b、46a、46b 励振用電極

27、47 圧電素子部

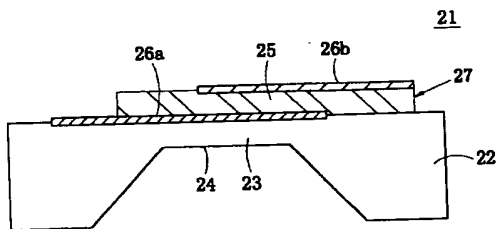
【図 1】



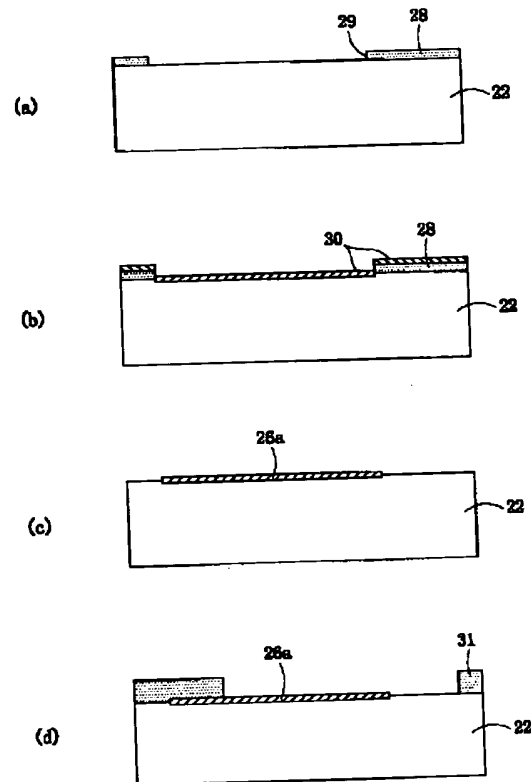
【図 2】



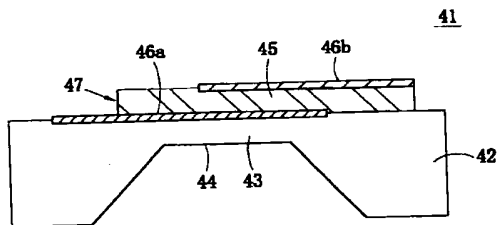
【図 3】



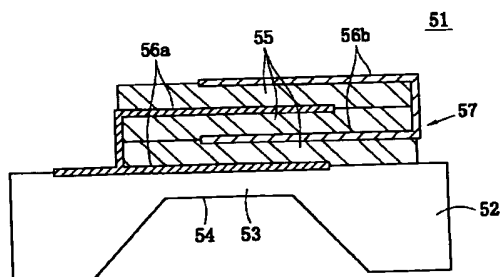
【図 4】



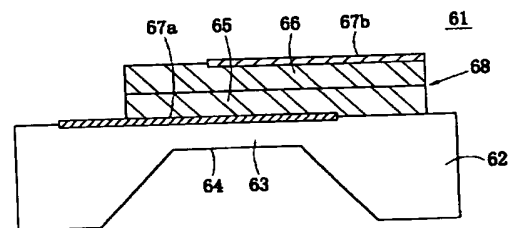
【図 6】



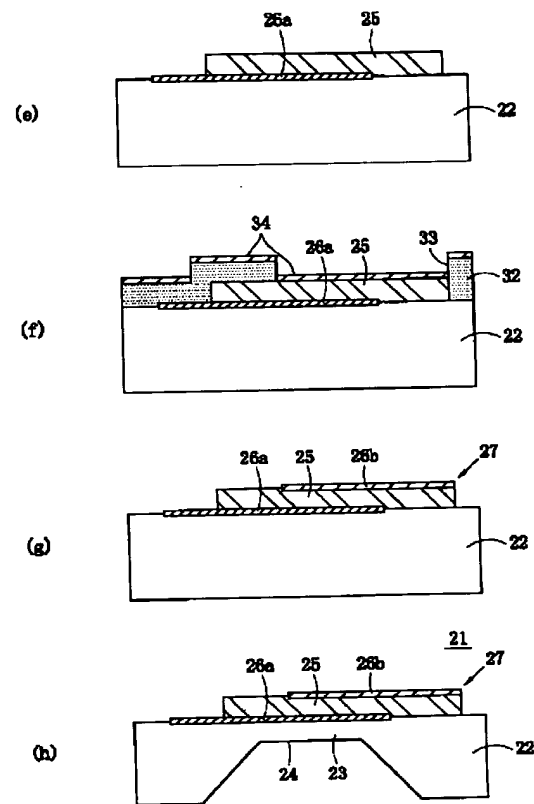
【図 7】



【図 8】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 竹内 雅樹
 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
 会社村田製作所内

Fターム(参考) 5J108 AA04 BB04 BB07 CC04 CC11
 EE03